

第1章

引 言

从 18 世纪开始,技术革命带来的飞速发展便引领了人类在各个领域的进步。由蒸汽机的发明开始,人类走向了工业时代,而此后计算机的发明和互联网的诞生更是打开了全球化的大门,让整个世界都更为紧凑地融为一体。有学者认为,互联网是截至目前唯一的一个可以与蒸汽机并列的伟大发明,因为蒸汽机让世界进入工业时代,而互联网则让世界迈进信息化时代的门槛。或许在 20 世纪中叶,那些互联网的发明者,并未预见到他们仅仅将两台计算机连接起来的行为,会给他们的世界带来社会性的变革,但是这一切确实已经发生。

互联网带来的最直接的影响,就是信息获取、传输和存储等多方面的便捷性。无论是曾经的地域限制,还是信息媒介的传播速度、可操作性和交互要求都已不再成为信息交流的障碍。如今的公司、大学甚至于大部分的家庭都已经被计算机和互联网关联在了一起,这些由大量独立的但相互连接的计算机所组成的用以连通、共享乃至共同完成特定任务、构建特定功能的网络组织系统,就是所谓的计算机网络。计算机和信息通信技术的结合给计算机的组织结构和工作方式带来了巨大的改变或者说优化。过去那种凭借单独计算机工作,或是以某一台计算机为中心,处理和完成整个系统绝大部分计算、功能的模式已经逐渐被取代。转而变为由不同硬件、不同操作系统的计算机设备通过特定的组织结构和协议相互连接,共同构建的互联网模式,而这种模式会适合更复杂的工作。如今的计算机网络已经几乎在各个领域都必不可少,所以我们可以从这些不同的应用谈起。

1.1 信息通信网络的应用

对于大部分的技术而言,需求往往是推动其发展的动力。如果没有需求和市场,那么计算机网络也不会发展如此迅速,普及如此广泛。下面,将从不同的方面来论述不同群体、不同问题对于计算机网络的各种应用,以及因为计算机网络而带来的新的行业或是新的机遇。

1. 商业应用

现如今几乎所有的公司都配备了计算机并与因特网互连,通常用于存储商业资料、进行

各项管理、辅助控制生产等多个环节。商业资料往往包含了客户信息、项目材料、账单记录、财务报告等多种重要信息。这些往往需要一定的保密、安全措施,但也难于以大量纸质的形式进行存储。对于公司的人事管理、工资发放,现在也大多依靠计算机网络来辅助或是完成。同时得益于这一技术,使在线会议和家庭办公都成为可能。随着科技的发展,计算机和机器人辅助工厂生产、监督流水线各环节的措施也愈发常见,如今的公司及其商业活动都很难脱离计算机和网络而实现其职能。

对于一些中大型公司,雇员和他们的计算机通常不会在同一间办公室里,一些跨国公司甚至分散在不同国家、不同地区的分支机构中,他们之间需要互连进行交流合作或是访问,至少公司内部需要共享资料来完成既定的工作。对于某些面向广大用户并涉及 IT 的公司,他们需要处理的不仅是公司内部的交流,还有对不同用户在线上发出的提问和请求进行答复。

对于这样的情况,最简单的方式就是将数据以数据库的形式由少数功能强大的计算机进行控制、处理与维护,称之为服务器(server)。而雇员或是用户所使用的仅有较低权限、功能简单的计算机称为客户(client)。客户和服务器通过网络连接在一起,这整个结构称为客户/服务器模型(client-server model),如图 1.1 所示。这种模型应用广泛,也是很多计算机网络应用的基础。



图 1.1 客户/服务器模型示意

在这种模型中,通常一台服务器可以应答大量客户的请求。首先,由客户通过网络向服务器发送消息并等待应答;然后当服务器接收到请求消息后,执行与请求相关的操作;最后由服务器方做出反馈,发回应答消息给客户,这就完成了模型工作的整个流程。在日常生活中,我们身边的在线银行、线上售卖网站大多采取这样的方式。

2. 社会服务应用

网络的广泛应用已经遍及整个社会的各个方面,包括政治、舆论还有道德大多都受到了不同程度的影响。在如今的公共服务体系中,解决各种社会问题都离不开计算机网络的支持,这将为整个社会带来巨大的便利。

从社会传媒角度上,计算机网络无疑让新闻、资讯的传播速度大大加快,传播面也越发广泛。社会尖锐和热点问题的曝光,国家和政府机关的行政工作透明化,社会道德和社会公益的宣传,在网络的帮助下效果会更加明显。当然,网络的便捷性也会带来诸多问题,比如出现一些具有攻击性、错误性的观点,不良信息的传播和部分资源的盗用,等等。有人认为这些材料首先都应经过运营商严格的审查,然而事实上对于网络的管理并不那么容易,而且这样的做法对于人言论自由的权利也会有所影响,这需要国家来进行相应的规范,对于不同的国家这些领域的法规可能还会互相冲突。

除此之外,社会保障体系、公共医疗体系等公共服务体系也或多或少受益于计算机网络技术的日趋成熟。消防与警力的调度、机动性在网络的帮助下得以提高,能够在最短的时间

内到达事发现场。总而言之,社会服务的各项职能在计算机网络的支持下得到了进一步的发挥,效率大大提高。当然,网络带来的负面因素,以及其可靠性和稳定性也不能忽视,这有待于管理层面和技术层面的改善。

3. 教育科研应用

得益于网络的传播与共享能力,如今计算机已经大量应用于教育和科研。许多学校都已经出现了线上视频课程,互联网教学的趋势日渐明显。学生在课下也可以通过在线视频来学习并巩固知识,进行相应的预习或是复习。只要能够学会合理利用网络来帮助自己学习,那么你的学习资源就会大大得到丰富。当然,网络上同样存在大量的娱乐资源,对于学习也有不小的负面影响,这需要考虑到学生的自觉性以及适当的引导和监督。

在科研方面,计算机网络让参考文献、相关对比研究的获取更加便捷,科研人员之间的交流、研讨与合作更加轻松,对于减少不必要的工作、推动科研成果来说无疑具有很大帮助。如此作用在专利领域、知识产权保护、技术公示等方面也是十分重要的,有助于保障专利持有人的应有权利,避免因不知情而导致产生侵权与纠纷。

4. 家庭个人应用

为什么人们要为家庭或是为自己购买计算机呢?事实上最初,只是为了文字处理和游戏,而现在这一情况已然大大不同。对当下的用户而言,最主要的理由可能就是为了访问因特网,也就是访问远程信息、进行通信交流和交互式娱乐以及电子商务。

这几个方面其实可以互相覆盖,而且涉及的领域非常广泛。首先从信息上,许多新闻报纸、图书馆都推出了在线版本,从各个网站上能获取到的信息远大于其他媒介,当然可靠性依旧有待改善。这些信息可以是娱乐信息,也可以是商务、科学、运动、旅游、烹饪等其他的类别。

从通信上来说,聊天软件、视频通信以其便捷性和价格的低廉性占据了很大的市场。这一类个人对个人的通信方式常称为“对等通信”(peer-to-peer communication),如图 1.2 所示。在这种方式下所有单独的个体形成了一个松散的组,这些个体能够与组中的其他个体进行通信,而并不需要依赖于客户/服务器模型。

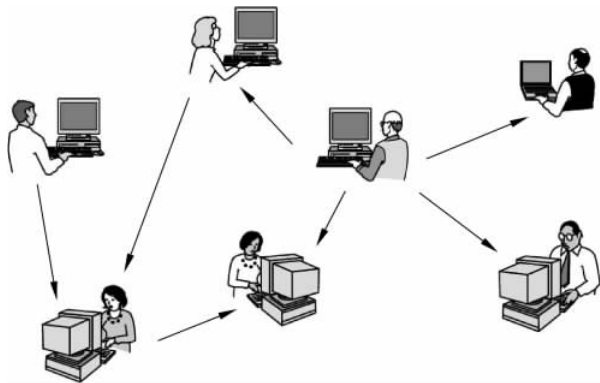


图 1.2 对等通信示意

第三类网络应用是娱乐产业的相关应用,这是一个巨大的、发展极其迅速的产业结构。视频点播、虚拟游戏都属于这一类的范畴,并且随着虚拟现实等技术的进步,带给用户的体

验也日趋改善。

最后不得不提到的就是广义的电子商务了。在我们的日常生活中,在线购物、购票,以及预订或是购买一些服务类产品、虚拟产品已经十分常见。许多实体商品,尤其是电子产品在购买后往往还提供线上的技术支持和故障检修判断。还有一些线上允许访问的金融机构,比如网上银行、股票和期货在线交易,也属于电子商务的一部分。毫无疑问,将来计算机网络的用途会越来越广,功能将越来越强大,这样的进步可能很难想象。

5. 移动设备应用

现在的移动设备,包括智能手机和平板电脑,在结构和功能上都日益趋近于可移动的计算机。这使得人们在交通过程中同样可以进行网页浏览、移动办公,或者在某个会议区域,与会者只需要带上一个具有无限调制解调器的移动设备,就可以连接到网络并进行访问或共享相关的资料。

由于网络运营商知道用户所在的区域,因此有些服务可以依据地理位置来进行综合考虑与设计。结合导航定位技术的移动应用越来越广泛,从查找最近的餐厅,到本地天气预报,这样的便捷设计让用户更加满意。除此之外,移动设备的许多聊天、交流软件多数无需付费,只要可以连接网络即可运行,然后通过广告或是购物的支付方式来收取一定的费用,这样更容易为大众所接受。

1.2 网络的形成和发展

在计算机出现以前,网络的概念最早源于1830年Samuel Morse发明的电报,这可以说是电话网络的开始。1876年,Alexander Graham Bell发明了世界上第一台电话。接下来在1880年,第一个点对点的电话问世了。而1890年出现的电磁开关、1970年出现的程控开关也都是电话网络发展中重要的一部分。随之而来的是数字信号的传输和CCS(common channel signaling)技术,以及综合数字业务网(integrated services digital networks, ISDN)技术。

在计算机诞生以后,最初的计算机应用模式都是单机的。这些早期的计算机体积庞大且价格昂贵,但是它们的效率并不高,相互之间也无法进行信息的交流,只是一个个分散的信息孤岛。而最早的计算机网络,要从20世纪50年代说起,由于计算能力、资源的共享需求,人与人之间交流的需要,以及大型项目合作的可能性,让数据通信的研究日显成效,为日后计算机网络的成熟奠定了最早的技术基础。而分组概念的提出也为计算机网络的理论进行了铺垫。

计算机网络的第二个阶段大概是从20世纪60年代ARPANET与分组交换技术开始的。1969年美国国防部创建了第一个分组交换网络ARPANET,这在最早只是一个简单的分组交换网,证明了分组交换理论的正确性。当然,这样一个单独的网络还无法解决所有的通信问题,所以人们开始向网络互连技术的方向进行研究,也就是现在因特网的雏形。在这个阶段,TCP/IP(传输控制协议/网际协议)的协议开始为人们所接受,而E-mail(电子邮件)、FTP(文件传输协议)等技术也让计算机网络的广阔前景为大家所注意。

计算机网络的第三个阶段是从20世纪70年代开始的。在这个时候,OSI(开放系统互

连)参考模型的研究对网络理论体系的形成与发展,以及在推进网络协议标准化方面起到了重要的作用。而到了这个时候,TCP/IP 协议已经经受了市场和用户的考验,吸引了大量的投资,推动了互联网应用的发展,成为业界事实上的标准。

计算机网络的第四阶段已经更多地侧重于互联网应用、无线网络与网络安全技术研究的发展,这些主要是从 20 世纪 90 年代开始的。从 1993 年开始,由美国政府资助的 NSFNET 逐渐被许多商用因特网主干网所取代,而政府也不再过多负责因特网的运营,这样就出现了因特网的服务提供者(internet service provider,ISP)。ISP 拥有向因特网管理机构申请的多个 IP 地址,同时又拥有自己的通信线路及连网设备,因而形成了用户向 ISP 缴纳费用从而获得所需 IP 地址进行上网的现代上网模式。

在如今,互联网作为全球性的网际网与信息系统,在当今政治、经济、文化、科研、教育与社会生活等方面发挥了越来越重要的作用。无线局域网与无线城域网技术日益成熟,已经进入应用阶段,无线自组网、无线传感器网络的研究与应用受到了高度重视。对等(P2P)网络的研究使新的网络应用不断涌现,成为现代信息服务业新的产业增长点。当然,随着网络应用的快速增长,新的网络安全问题也不断出现,促使网络安全技术的研究与应用进入高速发展阶段。

1.3 网络的分类

计算机网络的分类有很多种,其中最常用的一种就是按照网络覆盖的地理范围来进行区分,主要可以分为互联网络、广域网、城域网、局域网以及个人区域网。

1. 互联网络(internetwork)

互联网络是一种把许多网络都连接在一起的国际性网络,是最高层次的骨干网络。在它下面连接地区性网络和广域网。各国连接于互联网络上的计算机可以相互沟通。

2. 广域网(wide area network, WAN)

广域网有时也称远程网,通常覆盖的地理范围从几十千米到几千千米,可以是覆盖一个地区、国家,或横跨几个洲。广域网是因特网的核心,可以长距离传送主机发送的数据。连接广域网交换机的各个链路具有较大的通信容量,一般都是高速链路。广域网将分布在不同地区的宽带城域网或计算机系统互联起来,提供各种网络服务,实现信息资源共享。图 1.3 为广域网中主机与其子网之间的关系。

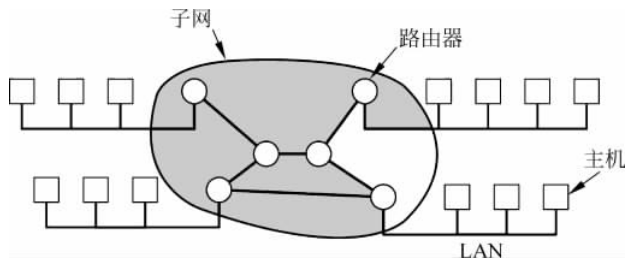


图 1.3 WAN 中主机与子网关系

3. 城域网(metropolitan area network, MAN)

城域网的作用范围一般是一个城市,它的设计目标是满足几十千米范围内的大量企业、机关、公司的多个局域网互联的需求,以实现大量用户之间的数据、语音、图像与视频等多种信息的传输。城域网既可以为一个或几个单位所拥有,也可以是一种公用设施,将多个局域网进行互联。目前,很多城域网采用的都是以太网技术,并且宽带城域网的概念已经逐步开始取代传统意义上的城域网。城域网示意如图 1.4 所示。

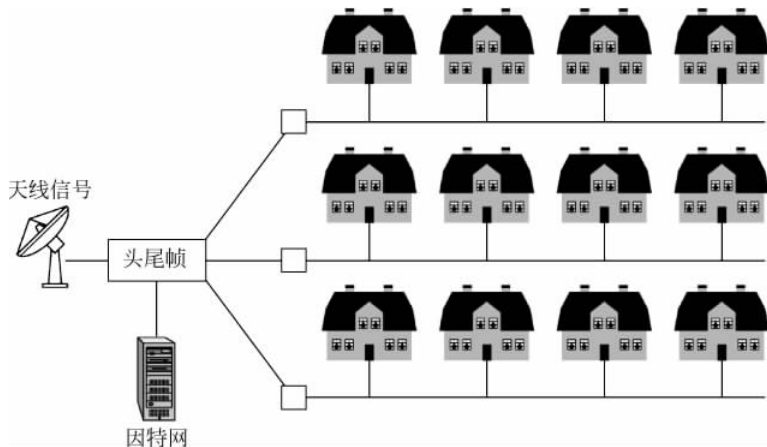


图 1.4 城域网示意

4. 局域网(local area network, LAN)

局域网一般用微型计算机通过速度超过 10Mb/s 的高速通信线路相连,用于将有限范围内(例如一个实验室、一幢大楼、一个校园)的各种计算机、终端与外部设备互联成网。局域网可以分为共享局域网与交换局域网。局域网技术发展迅速,应用日益广泛,是计算机网络中最活跃的领域之一。图 1.5 是基于总线和基于环状结构的两种 LAN。

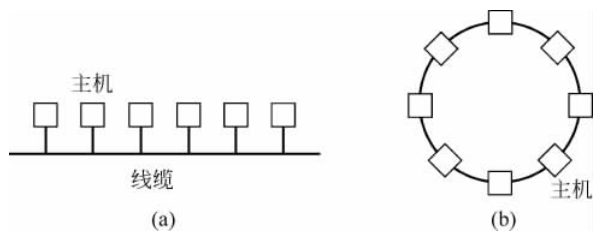


图 1.5 基于总线和环状结构的 LAN 示意

(a) 基于总线结构; (b) 基于环状结构

5. 个人区域网(personal area network, PAN)

个人区域网是指在个人工作的地方把属于个人的电子设备用无线技术连起来构成的网络。其范围大概只在 10m 左右。以上分类的区分度大概可以由图 1.6 得出。

而根据不同的使用者,也可以将网络划分为公用网和专用网。

公用网(public network): 通信公司出资建造的大型网络,所有愿意按照公司规定并缴

1 m	1平方米	个人局域网
10 m	房间	
100 m	大楼	局域网
1 km	校园	
10 km	城市	城域网
100 km	国家	广域网
1000 km	大陆	
10 000 km	整个地球	因特网

图 1.6 按规模分类的互连处理分类

费的人都可以使用这种网络,所以也称为公众网。

专用网(private network): 专门为某个部门或单位的特殊业务工作需要而建造的网络,这种网络不会向该部门或单位以外的人提供服务。例如部队、电力系统等都会有本系统的专用网。

此外,根据网络的传输技术,也可以将网络划分为利用广播通信信道的广播网络和利用点对点通信信道的点对点网络;按通信介质分类,可以分为有线网和无线网;按通信速率分类,可以分为高速网、中速网和低速网,等等。

1.4 网络的基本概念

计算机网络是在网络协议的控制下,由若干台计算机和数据传输设备组成,以相互共享资源方式连接起来,且各自具有独立功能的计算机系统的集合。而我们通常提及的因特网,是对“Internet”这一单词的翻译,一般可以理解为我们常用的、以网际互联协议 IP 及其延伸协议为基础的全球性信息系统。

需要说明的是,互联网一词有这样的定义:由若干计算机网络相互连接而成的网络。因此,因特网也属于互联网的范畴,而且是目前全球最大的一个电子计算机互联网。很多情况下,我们也会以互联网来指代因特网,但这样的说法是不够准确的。在不少参考书中,也出现互连网的概念,并阐明“互连”和“互联”内涵上的不同,说明“互连”说的是形式上的互相连接,而“互联”更强调在协议基础上的信息交换。在本书中,我们将以因特网来称呼日常接触的这—最大的计算机网络,并在本书后续的网络介绍中,将 Internet、互联网、互连网统一采用因特网概念来介绍。

计算机网络通常有一些性能指标,以及非性能特征用以评价该网络的性能或是影响性能的因素,主要包含以下几点:

(1) 速率:计算机所发送的信号都是数字形式的。比特(bit)是计算机中数据量的单位,一个 bit 就是二进制数字中的 0 或 1。而网络技术中的速率指的是连接在计算机网络的主机在数字信道上传送数据的速率,也常叫做比特率或数据率。

(2) 带宽:带宽用来表征通信线路所能传输数据的能力,也就是在单位时间内从网络某一点到另一点所能通过的最高数据率,其单位是比特每秒,记作 b/s。

(3) 吞吐量:表示在单位时间内通过某网络的数据量,更常用在实测网络中实际有多

少数据量能通过该网络。吞吐量受带宽及网络的额定速率影响。

(4) 时延: 数据(报文或分组, 比特)从网络某一端到另一端所需要的时间, 主要由发送时延、传播时延、处理时延和排队时延等环节构成。

(5) 往返时间(RTT): 表示从发送方发送数据开始, 到发送方接收到来自接收方的确认过程中总共经历的时间。RTT 与分组长度有关, 将在后边的章节对分组进行讲解。

此外, 在计算机网络中还有许多基本的概念, 下面做基本的介绍。

(1) ALOHA: 世界上最早的无线电计算机通信网。ALOHA 协议的思想很简单, 只要用户站点产生帧, 就立即发送到信道上; 规定时间内若收到应答, 表示发送成功, 否则重发。由于广播信道具有反馈性, 因此发送方可以在发送数据的过程中进行冲突检测, 将接收到的数据与缓冲区的数据进行比较, 就可以知道数据帧是否遭到破坏。

(2) 调制解调器: 调制解调器是一种计算机硬件, 它能把计算机的数字信号转换成可沿普通电话线传送的模拟信号, 而这些模拟信号又可被线路另一端的另一个调制解调器接收, 并转换成计算机可识别的数字信号。简单来说, 这一过程完成了两台计算机间的通信, 实现了数字信号到模拟信号, 再到数字信号的转换。

(3) 异步传输: 异步传输是将比特分成小组进行传送, 小组可以是 8 位的 1 个字符或更长。发送方可以在任何时刻发送这些比特组, 而接收方知道它们会在什么时候到达。其中, RS-232 是一种典型的异步传输标准接口, 它的速率可以达到 38400b/s, 通常以 9 个引脚或 25 个引脚的形态出现, 有效传输距离为 15m。这样的通信接口也称作串口, 和 RS-232 类似的串口还有 RS-423、RS-422 等, 这几种串口之间也有设计和用途上的区别。

(4) 同步链路: 在两个同步节点之间, 用于传输同步信息的链路。通常同步链路以数据块为传输单位, 每个数据块有头部和尾部的特殊字符比特序列作为标识, 一般还会加上校验序列以实现差错控制。所谓同步是指数据块之间的时间关系是固定的, 发送方在发出数据后需要等待接收方回应后才会发出下一个数据包。

(5) 存储转发传输: 通常是以太网交换机的控制器, 先将输入端口到来的数据包缓存起来, 检查数据包是否正确, 并过滤错误的冲突包。确定包正确后, 取出目的地址, 通过查找表找到想要发送的输出端口地址, 然后将该包发送出去。存储转发方式在数据处理时时延大, 但是它可以对数据包进行错误检测, 并且能支持不同速度的输入/输出端口间的交换, 可有效地改善网络性能。它的另一优点是支持不同速度端口间的转换, 保持高速端口和低速端口间协同工作。

总之, 从早先的 ARPANET 到如今的互联网, 增加了路由算法、流量控制、差错控制、寻址、网络安全、网络标准化、演示和管理等许多内容, 这些将在以后的章节中逐一学习。而在将来, 当下使用的万维网(World Wide Web)将会被全球大网络(great global grid)所取代。

1.5 网络的模型结构

在计算机网络中, 分层次的体系结构是最基本的。由于两个相互通信的计算机必须要高度协调工作, 所以在最早的 ARPANET 设计时便提出了分层的方法。分层可以将一个复杂而庞大的问题转化为若干个较小的局部问题, 易于对这些问题的研究和处理。

早在 1974 年,美国的 IBM 公司就宣布了系统网络体系结构(System Network Architecture,SNA),这种著名的网络结构就是按照分层的方法来制定的。不久之后,其他一些公司也相继制定或推出了自己公司的不同网络体系结构,这样使得一个公司中可以方便地互联成网络。然而当公司之间,或者用户购买了不同公司的网络设备用于扩大网络时,网络体系的不同结构会导致这些设备之间很难形成互联。

1977 年,由国际标准化组织(ISO)成立的专门机构对该方面问题进行了研究,并提出了一个试图使各种计算机在世界范围内互联成网的标准框架,也就是著名的开放系统互联基本参考模型(open systems interconnection reference model,OSI/RM)。1983 年,这一开放系统互联基本参考模型的正式文件 ISO 7498 国际标准终于问世,也就是所谓的 7 层协议的体系结构。

OSI 试图使全世界的计算机都能够很方便地互联和进行信息交换,从而达到一种理想的结果,即让全世界的计算机网络都遵循这一标准,许多大公司甚至一些国家的政府机构也纷纷表示支持。虽然在 20 世纪 90 年代整套的 OSI 的国际标准已经制定出来了,但是因特网已经抢先在全世界覆盖了相当的部分,与此同时却很难找到符合 OSI 标准的商品。现在规模最大的、已经覆盖了全世界的因特网并未使用 OSI 模型,可以看到 OSI 只在理论研究上获得了一些成果,而 OSI 的缺陷以及失败原因值得我们深思:

- (1) OSI 的协议实现过于复杂,降低了运行效率。
- (2) OSI 的层次划分存在不合理之处,有些功能在多个层次重复出现。
- (3) OSI 标准的制定周期过长。
- (4) 缺乏商业驱动力,在实际经验上体现出了不足。

当前,得到最广泛应用的不是国际标准 OSI,而是非国际标准的 TCP/IP,这样 TCP/IP 就成为了世界范围内实际上的标准。这说明一个新标准的出现,未必反映了技术水平的最先进性,也很可能是因为一定的市场背景。

1. 协议与层次划分

想要在计算机网络中做到准确、高效的数据交换,必须要遵循一些事先制定好的规则,用以明确所交换数据的格式以及时序等问题。这些为进行网络中数据交换而建立的规则、标准或约定即称为网络协议(network protocol)。网络协议主要由以下三个要素构成:

- (1) 语法:数据与控制信息的结构和格式。
- (2) 语义:对控制信息、完成动作以及响应等各协议元素含义的解释。
- (3) 同步:对事件实现顺序的详细说明。

可见协议在计算机网络中是十分重要的组成部分,一般来说,协议有两种形式,一种是方便人们阅读和理解的文字描述,而另一种是让计算机执行的程序代码。通过 ARPANET 的设计经验表明,对于非常复杂的计算机网络协议,层次式结构会更符合实用性,同时这样的层次结构还需要遵循以下原则:

- (1) 各层之间是独立的:每一层都不需要知道它下一层的实现方式,只需要通过层间的接口所提供的服务即可。在每一层的内部,都会有服务接口(service access point,SAP)为上一层提供服务并实现数据交换。每一层的功能相对独立,且只有一种,因而,可以将一个难以解决的问题分解成为若干较易处理的小问题,从而将问题的复杂度降低。

- (2) 灵活性:当任何一层由于技术或是其他原因发生变化时,只要层间的接口保持不

变,就不会影响其他层的工作。

(3) 结构可分:各层都可以通过最合适的技术来实现。

(4) 易于实现和维护:分层的结构使得整个系统被分解为许多相对独立的子系统,因而降低了实现和维护的难度。

(5) 促进标准化工作:每一层的功能和所提供服务的都有了明确的规定。

层次模型中,下层向上层提供的服务可以分为两种类型:面向连接的服务和面向无连接的服务。在使用面向连接的服务时,用户首先要建立一个连接,然后使用这个连接,最后释放此连接。在一个连接建立的时候,发送方、接收方和子网会共同建立一组将要使用的参数,包括最大消息长度等。而对于面向无连接的服务而言,每一条报文都携带了完整的目标地址,可以被系统独立路由。

另外,是否会丢失数据也是一个服务质量的表述特征。一些可靠的服务会让接收方向发送方确认收到每一条消息,因而可以保证数据百分之百到达。这个确认过程会带来额外的负载和延迟,但一般情况下这是值得的。

在分层时应当注意使每一层的功能明确化。层数太少会使每一层协议过于复杂化;而如果层数太多,又会在整体效率上有所下降并在综合各层功能时增加难度。通常各层所需要完成的功能主要有:

- (1) 流量控制:控制发送速率以便于接收等。
- (2) 差错控制:使与网络对等端的响应层次间通信更加可靠。
- (3) 分段和重装:将发送数据划分为更小的单位便于发送,在接收端进行还原。
- (4) 复用和分用:发送端几个高层会话时复用一条低层的连接,在接收端再分用。
- (5) 建立连接和释放:交换数据前先建立一条逻辑连接,在结束时释放。

以上功能可以包括一种或多种。

计算机网络的各层及其协议的集合,称为网络的体系结构,而计算机网络的体系结构就是这个网络及其构件所应完成的功能的精确定义。对于这些功能究竟是由何种硬件或软件完成,则需要遵循这种体系结构的总体要求。也就是说,体系结构是抽象的,而实现的计算机软件 and 硬件则是具体的。

2. OSI 七层协议体系结构

OSI 七层协议体系结构的概念很清楚,理论也较为完整,自下而上由物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层构成。图 1.7 为 OSI 参考模型的示意图。

(1) 物理层:物理层是 OSI 参考模型的最低层,它利用传输介质为数据链路层提供物理连接,这也是物理层最主要的功能,同时以便透明地传送比特流。在这一层上的常用设备(各种物理设备)有集线器、中继器、调制解调器、网线、双绞线、同轴电缆等。

(2) 数据链路层:在这一层中,将数据分帧,并处理流控制,是数据链路层的一大功能。在屏蔽物理层的基础上,数据链路层也会为网络层提供一个数据链路的连接,在一条有可能出差错的物理连接上,进行几乎无差错的数据传输(差错控制)。本层还会指定拓扑结构并提供硬件寻址,常用设备有网卡、网桥、交换机。

(3) 网络层:网络层通过寻址来建立两个节点之间的连接,为源端传输层送来的分组选择合适的路由和交换节点,正确无误地按照地址传送给目标端传输层,它包括通过互连网络来路由和中继数据。除了选择路由之外,网络层还负责建立和维护连接,控制网络上的拥